



PENGEMBANGAN MODUL PEMBARUAN POLA SEKUENS TITIK PANAS

© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

DAVID TAHI ULUBALANG



**DEPARTEMEN ILMU KOMPUTER
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2018**

Bogor Agricultural U

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural U

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi berjudul Pengembangan Modul Pembaruan Pola Sekuens Titik Panas adalah benar karya saya dengan arahan dari komisi pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Juli 2018

David Tahi Ulubalang
NIM G64140060



Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural U

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang



1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

ABSTRAK

DAVID TAHI ULUBALANG. Pengembangan Modul Pembaruan Pola Sekuens Titik Panas. Dibimbing oleh IMAS SUKAESIH SITANGGANG.

Pola kemunculan titik panas merupakan salah satu indikator kebakaran hutan dan lahan. Dengan teknik *data mining* yaitu *sequential pattern mining*, data titik panas yang dikumpulkan secara berkala dapat membangkitkan pola sekuensial kemunculan titik panas. Penelitian sebelumnya telah melakukan *incremental sequential pattern mining* (ISPM) namun hanya bisa dijalankan di *console R*. Penelitian ini berfokus pada pengembangan modul pembaruan sekuens titik panas yang mengadopsi ISPM pada aplikasi pembangkitan dan visualisasi pola sekuens titik panas. Data yang digunakan merupakan data titik panas Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia tahun 2012 sampai dengan 2017. Modul dikembangkan menggunakan metode pengembangan *Adaptive Software Development* (ASD) sebanyak dua iterasi. Aplikasi dibangun menggunakan Java untuk pembuatan web, *library SPMF* untuk algoritme SPADE, dan MySQL untuk *Database Management System* (DBMS). Hasil pengujian menunjukkan bahwa dua tujuan utama yaitu memperbaiki aplikasi dan penambahan modul sudah berhasil dilakukan. Pada penelitian ini juga sudah dilakukan pengujian *usability* dan didapat nilai efektivitas sebesar 96.88%, dan nilai kepuasan didapat 78%, serta beberapa rekomendasi perbaikan.

Kata Kunci: *adaptive software development*, Java, *sequential pattern mining*, SPADE, titik panas

ABSTRACT

DAVID TAHI ULUBALANG. Development of Module Update of Hotspot Sequence Pattern. Supervised by IMAS SUKAESIH SITANGGANG.

The pattern of occurrence of hotspots is one indicator of forest and land fires. With sequential pattern mining, as one of data mining technique, data collected periodically could generate some sequential hotspot patterns. Previous research has conducted using incremental sequential pattern mining (ISPM) however it could only be execute on R console. This research aims to develop hotspot sequence update module adopting ISPM in the application of hotspot sequence pattern generation and visualization. The data used in this study are hotspot data of the Ministry of Environment and Forestry of the Republic of Indonesia from 2012 to 2017. The module was developed using Adaptive Software Development (ASD) method in two iterations. The applications was built using Java for web development, SPMF library for SPADE algorithm implementation, and MySQL for Database Management System (DBMS). The testing results showed that the application improvement and modules addition are successfully. In this research been the usability testing also was conducted. This testing result obtained the effectiveness value of 96.88%, and the satisfaction score of 78%, as well as some improvement recommendations.

Keywords: *adaptive software development*, Java, *sequential pattern mining*, SPADE, hotspots



PENGEMBANGAN MODUL PEMBARUAN POLA SEKUENS TITIK PANAS

© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

DAVID TAHI ULUBALANG

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Komputer
pada
Departemen Ilmu Komputer

**DEPARTEMEN ILMU KOMPUTER
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2018**

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural University

Pengajar:

1. Dr'Eng Wisnu Ananta Kusuma, ST MT
2. Husnul Khotimah, SKomp Mkom

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



Judul Skripsi: Pengembangan Modul Pembaruan Pola Sekuens Titik Panas
Nama : David Tahi Ulubalang
NIM : G64140060

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Tanggal Lulus:

13 JUL 2018

1. N.M

- Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.
- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Disetujui oleh

Dr Imas Sukaesih Sitanggang, SSi MKom
Pembimbing

Diketahui oleh

Prof Dr Ir Agus Buono, MSi MKom
Ketua Departemen

Bogor Agricult



Judul Skripsi: Pengembangan Modul Pembaruan Pola Sekuens Titik Panas
Nama : David Tahi Ulubalang
NIM : G64140060

Disetujui oleh

Dr Imas Sukaesih Sitanggang, SSi MKom
Pembimbing

Diketahui oleh

Prof Dr Ir Agus Buono, MSi MKom
Ketua Departemen

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan November 2017 ini ialah *data mining*, dengan judul Pengembangan Modul Pembaruan Pola Sekuens Titik Panas.

Penulis menyadari begitu banyak kendala dan masalah yang terjadi dalam proses penulisan dan pembuatan skripsi ini, namun berkat bantuan, bimbingan, kerja sama dari berbagai pihak, dan berkah dari Tuhan Yang Maha Esa kendala dan masalah tersebut dapat diselesaikan. Untuk itu penulis menyampaikan ungkapan terima kasih kepada ayah Victor Limpong, dan Ibu Pepenria Sinaga, dan seluruh keluarga atas doa maupun kasih sayang yang telah diberikan kepada penulis. Serta ucapan terima kasih juga penghargaan kepada Ibu Dr Imas Sukaesih Sitanggang, SSi MKom selaku pembimbing yang dengan sabar, tulus, dan ikhlas meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran dalam memberikan bimbingan, motivasi, arahan, juga saran yang sangat berharga kepada penulis selama menyusun skripsi. Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof Dr Ir Agus Buono, MSi MKom selaku Ketua Departemen Ilmu Komputer IPB.
2. Seluruh dosen, staf tata usaha, dan staf pegawai Departemen Ilmu Komputer IPB.
3. Seluruh teman-teman satu bimbingan, yaitu miqdad, Risti, Nur, Dea, Desi, Amel, dan Shita.
4. Teman teman satu lab Rangga, Ires, Rofiq, Ado.
5. Teman teman Program S1 Reguler Ilmu Komputer IPB Angkatan 51.

Kiranya bantuan, bimbingan, motivasi, dan dukungan yang telah diberikan kepada penulis senantiasa dibalas oleh Tuhan Yang Maha Esa. Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi semua pihak yang membutuhkan.

Bogor, Juli 2018

David Tahi Ulubalang



DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR LAMPIRAN	vi
PENDAHULUAN	1
Latar Belakang	1
Perumusan Masalah	2
Tujuan Penelitian	2
Manfaat Penelitian	2
Ruang Lingkup Penelitian	2
TINJAUAN PUSTAKA	2
Kebakaran Lahan Gambut	2
Tikik Panas	3
<i>Sequential Pattern Mining</i>	3
<i>Adaptive Software Development</i>	3
METODE	5
Data Penelitian	5
Tahapan Penelitian	5
Peralatan Penelitian	7
HASIL DAN PEMBAHASAN	8
Iterasi 1	8
Iterasi 2	13
SIMPULAN DAN SARAN	18
Simpulan	18
Saran	18
DAFTAR PUSTAKA	19
RIWAYAT HIDUP	29

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



DAFTAR TABEL

1	Atribut <i>dataset</i> titik panas	5
2	Atribut data penelitian Barus (2018)	9
3	Hasil pengujian aplikasi iterasi 1	13
4	Hasil pengujian aplikasi iterasi 2	16
5	Masalah dan rekomendasi aplikasi pembangkitan dan visualisasi pola sekuens titik panas	17

DAFTAR GAMBAR

1	Tahapan pada metode ASD (Pressman 2010)	4
2	Tahapan pembuatan modul pembaruan pola sekuens titik panas	5
3	Tahapan pengujian <i>usability</i> , diadopsi dari Trianadewi (2017)	7
4	Tampilan aplikasi Sihombing (2018)	8
5	<i>Use case diagram</i> aplikasi sequential pattern mining berbasis web	9
6	Tabel visual1, visual2, visual3, visual4	10
7	Relasi antar tabel yang sudah diperbaiki	10
8	Halaman unggah fail	11
9	Halaman praproses data	11
10	Halaman SPADE	12
11	Halaman frekuensi kemunculan titik panas	12
12	Fungsi lihat sekuens	12
13	Halaman unggah fail	14
14	Halaman transformasi data	14
15	Halaman pembangkitan pola sekuens	14
16	Halaman <i>update</i>	15
17	Halaman seleksi sekuens	15
18	Halaman kelompok pola sekuens	15

DAFTAR LAMPIRAN

1	Kuesioner pengujian <i>usability</i>	21
2	Skenario <i>task</i> evaluasi <i>usability</i>	22
3	Kuesioner PSSUQ	25
4	Rekapitulasi <i>task</i> yang berhasil dan gagal	26
5	Rekapitulasi hasil kuesioner PSSUQ	27
6	Komentar responden	28

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



PENDAHULUAN

Latar Belakang

Indonesia memiliki lahan gambut yang sangat luas, yaitu sekitar sekitar 15 sampai 20 juta hektar (Safitri 2016). Lahan gambut memiliki banyak keuntungan seperti menjadi sumber air, sumber pangan, menjaga kekayaan keanekaragaman hayati, dan berfungsi sebagai pengendali iklim global. Sayangnya kebakaran lahan gambut sering terjadi ketika musim kemarau datang, yaitu ketika lahan gambut dalam kondisi benar-benar kering. Pada bulan Juni hingga Oktober 2015 tercatat 2,6 juta hektar lahan dan hutan terbakar dimana 875 000 hektar merupakan lahan gambut (Safitri 2016).

Kebakaran lahan gambut dapat disebabkan oleh beberapa faktor, antara lain faktor alam dan faktor manusia. Salah satu faktor alam yang menyebabkan kebakaran lahan gambut adalah cuaca. Kemarau yang berkepanjangan menyebabkan hutan menjadi kering sehingga mudah timbul titik panas pada lokasi tertentu. Titik panas adalah indikator kebakaran hutan yang mendekripsi suatu lokasi yang memiliki suhu relatif tinggi dibandingkan suhu sekitarnya (Permenhut 2009). Kemunculan titik panas pada lokasi dan selang waktu tertentu dapat digunakan untuk mengidentifikasi kemungkinan kebakaran hutan dan lahan (LAPAN 2016). Identifikasi kemunculan titik panas secara berurutan dapat menggunakan teknik *data mining* salah satunya *sequential pattern mining*.

Beberapa penelitian telah dilakukan mengenai pengolahan pada data titik panas. Penelitian yang telah dilakukan oleh Abriantini *et al.* (2017) yaitu pola sekuens titik panas di lahan gambut Sumatra dan Kalimantan menggunakan algoritme SPADE telah berhasil mendapatkan pola sekuens titik panas. Pola yang dihasilkan yaitu sebanyak 89 sekuens di Sumatra tahun 2014, 147 sekuens di Sumatra tahun 2015, 48 sekuens di Kalimantan tahun 2014, dan 51 sekuens di Kalimantan tahun 2015 dengan nilai kepercayaan di atas 70%. Visualisasi pola sekuens tersebut diimplementasikan ke dalam aplikasi berbasis web dengan bantuan *framework* Shiny.

Penelitian lainnya Sihombing (2018) mengembangkan sebuah aplikasi berbasis web yang menggunakan dataset titik panas dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia. Penelitian ini menerapkan algoritme SPADE untuk mengolah *dataset* titik panas yang didapat dari tahun 2012 sampai tahun 2017 agar mendapatkan pola sekuens data titik panasnya. Visualisasi pola sekuens data titik panas dilakukan menggunakan Google Maps. Penelitian Barus (2018) merancang modul *incremental sequential pattern mining* (ISPM) untuk data titik panas pulau Sumatra. Data yang digunakan merupakan *dataset* titik panas Pulau Sumatera tahun 2014 dari FIRNASA. Pada penelitian Abriantini *et al* (2017) aplikasi yang dikembangkan belum dapat melakukan proses pembangkitan pola sekuens di dalam aplikasi yang sudah dibangun dengan menerapkan algoritme SPADE. Adapun pada penelitian Sihombing (2018) aplikasi yang dikembangkan belum dapat melakukan pembaruan sekuens titik panas. Pada penelitian Barus (2018) hasil sekuens yang sudah diperbaharui belum dapat divisualisasikan. Penelitian yang akan dilakukan adalah menambahkan modul pembaruan pola sekuens titik panas pada aplikasi yang sudah dikembangkan oleh Sihombing



1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

(2018). Fungsi pembaruan yang akan diterapkan diadopsi dari hasil penelitian sebelumnya yaitu Barus (2018).

Perumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah bagaimana memperbarui sekvens titik panas dengan adanya titik panas baru yang diimplementasikan dalam aplikasi berbasis web.

Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah menambahkan modul pembaruan sekvens titik panas pada aplikasi visualisasi sekvens titik panas berbasis web untuk mengetahui pola sekvens titik panas terbaru karena adanya data titik panas baru.

Manfaat Penelitian

Pembaruan pola sekvens titik panas dapat memberikan informasi penyebaran pola sekvens titik panas yang lebih baru. Pola sekvens titik panas yang didapat dari penelitian ini dapat digunakan untuk mengetahui lokasi yang berpotensi tinggi terjadinya kebakaran hutan dan lahan sehingga upaya pencegahan kebakaran hutan dapat dilakukan lebih dini.

Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup penelitian ini adalah:

1. Metode untuk memperbarui pola sekvens titik panas mengadopsi hasil penelitian Barus (2018).
2. Modul pembaruan pola sekvens titik panas ditambahkan pada aplikasi visualisasi sekvens titik panas yang sudah dikembangkan pada penelitian Sihomming (2018).

TINJAUAN PUSTAKA

Kebakaran Lahan Gambut

Hutan dan lahan gambut dapat terbakar karena kesengajaan atau ketidaksengajaan. Menurut Latifah dan Pamungkas (2013) faktor-faktor yang mempengaruhi terjadinya kebakaran hutan dan lahan, antara lain iklim, kegiatan penduduk, kepadatan bangunan, pengadaan prasarana pemadam kebakaran, ketersediaan pasokan air, vegetasi gambut, vegetasi kayu, jaringan jalan, hidrologi, mata pencarian, peningkatan jumlah penduduk, hasil hutan, dan hasil pertanian. Gambut yang terbakar menghasilkan energi panas yang lebih besar dari kayu/arang terbakar. Gambut yang terbakar juga sulit dipadamkan dan apinya bisa merambat di bawah permukaan sehingga kebakaran lahan bisa meluas tidak terkendali (Agus dan Subiksa 2008).

Titik Panas

Titik panas (*hotspot*) merupakan indikator kebakaran hutan yang mengindikasikan suatu lokasi yang memiliki suhu relatif tinggi dibandingkan suhu sekitarnya (pasal 1 angka 9 Permenhut No.P 12//P Menhut-II/2009). Satelit yang dikenal untuk mendeteksi *hotspot* adalah Satelit NOAA, Terra/Aqua MODIS, maupun data satelit penginderaan jauh (Endrawati 2016). Banyaknya titik panas pada suatu wilayah mengindikasikan wilayah tersebut rawan kebakaran lahan dan hutan.

Sequential Pattern Mining

Sequential pattern mining merupakan salah satu teknik *data mining* dalam menemukan pola yang merepresentasikan urutan waktu kejadian pada suatu peristiwa. Suatu pola dapat ditemukan apabila kejadian atau peristiwa yang berurutan terjadi beberapa kali dan memiliki data yang relatif besar (Han *et al.* 2011). Hasil akhir dari *sequential pattern mining* adalah pola urutan terjadinya sesuatu yang berulang dari beberapa waktu.

Panjang sebuah pola sekuen dilambangkan dengan $|s|$. Sebagai contoh, $(A \rightarrow BC)$ merupakan sebuah pola sekuen dengan panjang atau $|s|$ sama dengan 3 sekuen karena memiliki *item* sebanyak tiga yaitu A, B, dan C. Sebuah subsekuens s' dari s dilambangkan dengan $s' \subseteq s$. $(A \rightarrow BC)$ merupakan subsekuens dari $(A \rightarrow DE \rightarrow BC)$ dan dilambangkan dengan $(A \rightarrow BC) \subseteq (A \rightarrow DE \rightarrow BC)$ tetapi $(A \rightarrow BC)$ bukan subsekuens dari (ABC) atau $(BC \rightarrow A)$. Misalkan α merupakan sebuah pola sekuen dan D merupakan sebuah basis data. Apabila diberikan sebuah *user specified threshold* yang disebut dengan *support minimum*, maka sebuah pola sekuen dikatakan *frequent* jika $support(\alpha, D) \geq support\text{ minimum}$. Berdasarkan nilai *support minimum*, *pattern* yang tidak menarik bisa diabaikan sehingga proses *mining* menjadi lebih efisien (Zhao dan Bhowmick 2003).

Numbers of support customers atau *count* merupakan jumlah pelanggan yang transaksinya mengandung *item* tertentu. *Support* merupakan perbandingan *numbers of support customers* dari *total numbers of customers* atau jumlah seluruh pelanggan. Perhitungan nilai *support* ditunjukkan pada rumus berikut (Zhao dan Bhowmick 2003):

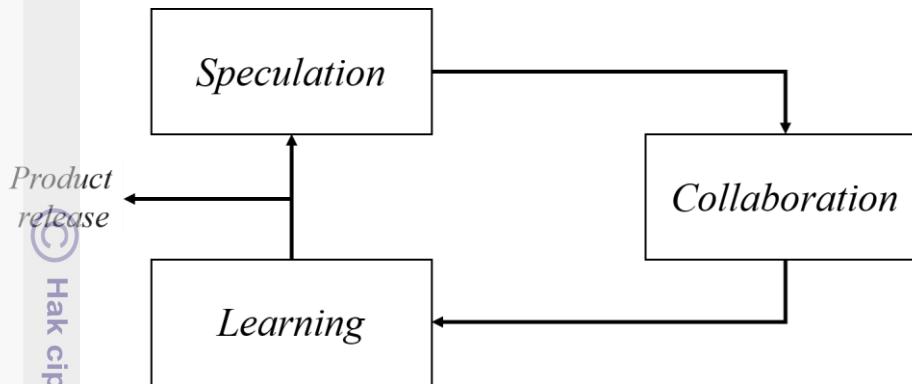
$$Support = \frac{\text{Numbers of support customers}}{\text{Total numbers of customers}} \quad (1)$$

Salah satu algoritme pada *sequential pattern mining* yang dapat digunakan untuk membangkitkan pola sekuen titik panas dari suatu data titik panas berjumlah besar dengan cepat adalah *Sequential Pattern Discovery using Equivalence classes* (SPADE) (Zaki 2001).

Adaptive Software Development

Adaptive Software Development (ASD) merupakan salah satu metode pengembangan aplikasi yang masuk ke dalam kategori *agile*. Metode ASD digunakan untuk mengganti metode *static Plan-Design-Build lifecycle* menjadi *Speculate-Collaborate-Learn lifecycle* (Alnoukari *et al.* 2008). Salah satu

karakteristik utama ASD mudah beradaptasi dengan ketidakpastian suatu masalah seperti *predictive data mining*. Terdapat 3 tahapan dalam metode ASD yaitu *speculation*, *collaboration*, dan *learning*. Alur dari tahapan tersebut dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Tahapan pada metode ASD (Pressman 2010)

Fase *Speculation*

Fase *Speculation* merupakan tahap pemahaman data termasuk tujuan dari pengembangan. Fase *speculation* merupakan tahapan terpenting sehingga perlu dialokasikan waktu dan sumber daya lebih banyak pada fase ini (Alnoukari *et al.* 2008). Menurut Pressman (2010) fase spekulasi merupakan fase pengumpulan informasi yang dibutuhkan dalam projek, seperti kebutuhan pengguna, batasan projek, dan persyaratan dasar untuk menentukan rangkaian siklus yang akan dibutuhkan dalam proyek.

Fase *Collaboration*

Fase *collaboration* merupakan tahap penting yang membutuhkan banyak diskusi dan kolaborasi yang intensif dengan anggota tim untuk menghasilkan aplikasi yang lebih baik. Pada fase ini juga diharapkan dapat mempercepat proses pengambilan keputusan sehingga penentuan dari suatu permasalahan akan cepat terselesaikan (Alnoukari *et al.* 2008). Proses pengambilan keputusan memerlukan kemampuan untuk belajar yang baik dari berbagai pihak. Kemampuan ini muncul sejalan dengan terlaksananya setiap iterasi dari kegiatan pengembangan aplikasi. Jika setiap pihak yang terlibat sudah terbiasa untuk saling belajar proses pengembangan ASD akan berjalan dengan lancar.

Fase *Learning*

Pada fase ini, sistem atau fitur yang telah dibuat berdasarkan kebutuhan di setiap iterasinya diuji dan diberikan tanggapan oleh pengguna. Tanggapan dapat muncul dari berbagai aspek mulai teknis, pengguna aplikasi, status dari projek secara keseluruhan (Highsmith 2000). Tanggapan pengguna dan tujuan pengembangan aplikasi merupakan fokus tujuan dari fase *learning*. Fase *learning* dapat dilakukan dengan *focus group discussion* dan yang menjadi topiknya adalah sistem atau fitur yang telah dibuat (Highsmith 2000).

METODE

Data Penelitian

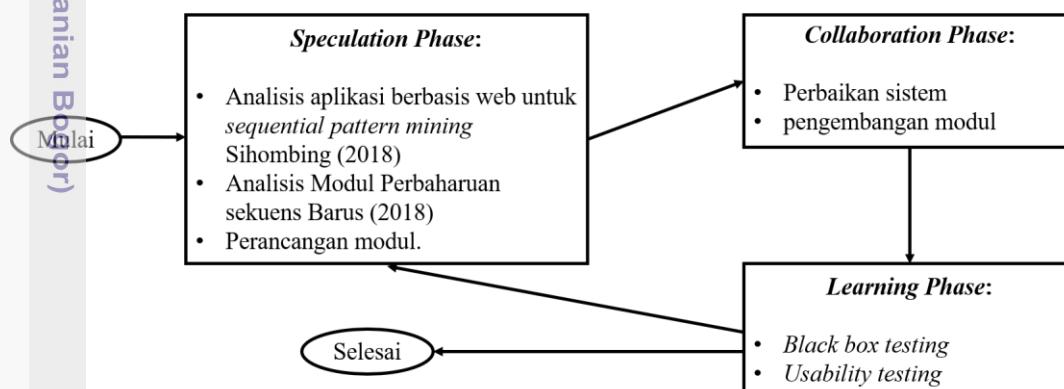
Dataset yang akan digunakan pada penelitian ini adalah *dataset* titik panas Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia tahun 2012 sampai dengan 2017. Atribut pada data tersebut dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Atribut *dataset* titik panas

No	Nama Atribut	Keterangan
1	<i>Latitude</i>	Koordinat lintang
2	<i>Longitude</i>	Koordinat bujur
3	<i>Time_UTC</i>	Waktu
4	<i>Date</i>	Tanggal
5	Provinsi	Provinsi
6	Kab_Kota	Kabupaten atau Kota
7	Kec2016	Kecamatan
8	Desa2006	Desa

Tahapan Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode pengembangan sistem *Agile* dengan model *Adaptive Software Development* (ASD). Dalam model ASD terdapat 3 fase yaitu fase *speculation*, fase *collaboration*, dan fase *learning*. Tahapan dalam pembuatan modul pembaruan pola sekuens titik panas dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Tahapan pembuatan modul pembaruan pola sekuens titik panas

Fase *Speculation*

Pada fase *speculation* dilakukan analisis aplikasi *sequential pattern mining* berbasis web yang telah dibangun oleh Sihombing (2018). Analisis ini bertujuan mengetahui fitur-fitur yang sudah ada serta mencari tahu kekurangan pada aplikasi tersebut. Setelah didapatkan kekurangan dari aplikasi tersebut maka peneliti melakukan diskusi dengan pengguna untuk menentukan kebutuhan sistem serta batas pengembangan sistem yang nantinya akan dijadikan acuan pada tahap perancangan sistem.

Setelah menganalisis aplikasi *sequential pattern mining* berbasis web yang telah dibangun oleh Sihombing (2018), tahapan selanjutnya adalah menganalisis

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak mengilangi kepentingan yang wajar IPB.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

hasil penelitian Barus (2018) yang telah mengembangkan *incremental sequential pattern mining* untuk titik panas di pulau Sumatra dan Kalimantan. Analisis ini bertujuan untuk mengetahui jenis data yang digunakan serta tahapan-tahapan dalam pembuatan modul *incremental sequential pattern mining*. Tahap selanjutnya membuat *use case diagram* yang bertujuan mengetahui kebutuhan fungsional dari sistem.

Fase Collaboration

Fase *collaboration* mengimplementasikan fitur yang sudah didiskusikan dengan calon pengguna. Modul utama yang akan dikembangkan adalah pembaruan sekuens titik panas. Penelitian ini menambahkan satu modul baru ke dalam aplikasi yang telah dibuat oleh Sihombing (2018). Pembuatan modul utama mengacu pada penelitian Barus (2018) dengan mengimplementasikan *incremental sequential pattern mining* (ISPM) yang telah dirancang ke dalam fail server.R.

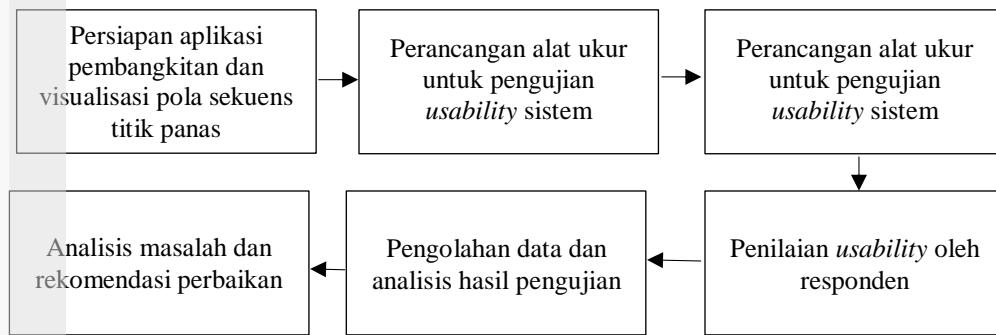
Fase Learning

Tahapan ini melakukan pengujian dan perbaikan terhadap fitur yang telah berhasil dikembangkan. Pengujian dilakukan untuk mengetahui bahwa sistem dapat bekerja sesuai dengan kebutuhan serta memastikan bahwa pengguna mengerti cara menggunakan sistem tersebut. Setelah mendapatkan hasil pengujian dari pengguna, tahap selanjutnya dilakukan perbaikan terhadap fitur yang diuji.

Evaluasi *usability* sistem juga dilakukan dalam penelitian ini. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah sistem mudah digunakan oleh pengguna atau tidak. Pengujian *usability* dilakukan dengan pendekatan *one-on-one usability*. Pendekatan *one-on-one usability* dilakukan dengan memberikan serangkaian *task* terkait antarmuka kepada *representative user* suatu sistem, kemudian mengobservasinya (Nielsen 2012). Selain itu untuk mengukur tingkat kepuasan *user* dilakukan *Post Study System Usability Questionnaire* (PSSUQ). PSSUQ merupakan instrumen penelitian berupa kuesioner yang dikembangkan dalam evaluasi *usability* berbasis skenario oleh IBM (Lewis 1995). PSSUQ terdiri atas 19 *item* pertanyaan dengan menggunakan pengukuran skala *likert* 1 sampai 7, dengan angka besar menunjukkan tingkat kepuasan yang tinggi.

One-on-one usability testing dan PSSUQ sudah pernah diterapkan oleh Trianadewi (2017) pada sistem OLAP persebaran titik panas. Penelitian ini mengadopsi tahapan pengujian yang dilakukan Trianadewi (2017) dengan beberapa penyesuaian. Pengujian *usability* dilakukan melalui 6 tahap yaitu persiapan aplikasi pembangkitan dan visualisasi pola sekuens titik panas, perancangan alat ukur untuk pengujian *usability* sistem, penentuan responden, penilaian *usability* oleh responden, pengolahan data dan analisis hasil evaluasi, serta analisis masalah dan pembuatan rekomendasi perbaikan sistem (Trianadewi 2017). Tahapan pengujian sistem dapat dilihat pada Gambar 3.

Tahapan awal dalam pengujian merupakan mempersiapkan aplikasi pembangkitan dan visualisasi pola sekuens titik panas yang telah dikembangkan. Tahap ini bertujuan untuk memastikan kesiapan pengujian sistem yang akan dievaluasi oleh responden secara langsung. Perancangan alat ukur dilakukan dengan membuat kuisioner yang akan digunakan untuk mengukur tingkat kepuasan, dan efektivitas aplikasi.



Gambar 3 Tahapan pengujian *usability*, diadopsi dari Trianadewi (2017)

Tahap selanjutnya, merupakan penentuan responden yang akan menilai *usability* modul yang telah dibuat. Tahap pengujian memilih 9 orang responden terdiri atas 2 mahasiswa Fakultas Kehutanan IPB, dan 7 Mahasiswa Ilmu Komputer IPB. Responden kemudian mengevaluasi aplikasi dengan cara menjalakan *task* yang diberikan dan mengisi kuesioner yang telah disediakan. Tahap selanjutnya dilakukan pengolahan data dan analisis hasil evaluasi *usability* aplikasi. Penilaian *usability* pada penelitian ini didasarkan pada tingkat keberhasilan penyelesaian *task*, dan hasil kuesioner pengujian. Tingkat keberhasilan *task* mewakili nilai efektivitas yang dapat dihitung dengan persamaan (2). Masukan serta saran dari responden mengenai *usability* modul pembaruan sekuens titik panas menjadi pertimbangan dalam pengembangan aplikasi pada iterasi selanjutnya.

$$\text{Efektivitas} = \frac{\sum_{j=1}^R \sum_{i=1}^N n_{ij}}{NR} \times 100\% \quad (2)$$

dengan:

n_{ij} = hasil *task* i oleh responden j ; bernilai 0 jika gagal dan 1 jika berhasil

N = total *task* yang dilakukan seorang responden

R = total responden

Peralatan Penelitian

Spesifikasi perangkat keras dan perangkat lunak yang digunakan untuk penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1 Perangkat keras yang digunakan merupakan komputer personal dengan spesifikasi sebagai berikut:
 - Processor Intel Core i5-4200U CPU @ 1.60Ghz
 - RAM 8 GB
 - 750 GB HDD
- 2 Perangkat lunak yang digunakan yaitu:
 - Sistem operasi Windows 10 64-bit
 - Bahasa pemrograman Java untuk membuat aplikasi berbasis web namun tidak menerapkan konsep object oriented programming
 - Bahasa pemrograman Javascript untuk visualisasi data dalam bentuk peta
 - NetBeans IDE 8.1 untuk menulis program Java dan Javascript
 - MySQL sebagai database management system (DBMS) dalam pengolahan data titik panas

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak mengikuti kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Iterasi 1

Tujuan utama dari iterasi 1 adalah memperbaiki kekurangan dari aplikasi melalui 3 fase dalam ASD yaitu fase *speculation*, fase *collaboration*, dan fase *learning*.

Fase Speculation

Pada fase *speculation* iterasi 1 terdapat tiga tujuan yaitu menganalisis aplikasi yang telah dikembangkan oleh Sihombing (2018), memahami modul *incremental sequential pattern mining* (ISPM) yang telah dikembangkan oleh Barus (2018), dan perancangan *use case diagram*. Hasil dari menganalisis aplikasi yang telah dikembangkan oleh Sihombing (2018) adalah :

- Aplikasi ini memiliki beberapa fungsi yaitu unggah data, hapus data, seleksi data, transformasi data, menjalankan algoritme SPADE, pengelompokan sekuen berdasarkan panjang kejadian, dan visualisasi sekuen pada peta berdasarkan jumlah kejadian.
- Algoritme SPADE yang digunakan berasal dari *library* SPMF yang dikembangkan menggunakan bahasa pemrograman Java.
- Aplikasi ini memiliki beberapa kekurangan seperti terdapat redundansi data pada basis data, praproses data tidak dapat dilakukan pada sistem, dan aplikasi tidak bisa menyimpan data hasil sekuen yang telah dipraproses. Tampilan halaman utama aplikasi Sihombing (2018) seperti Gambar 4.



Gambar 4 Tampilan aplikasi Sihombing (2018)

Hasil dari pemahaman modul *incremental sequential pattern mining* (ISPM) yang telah dikembangkan oleh Barus (2018) adalah:

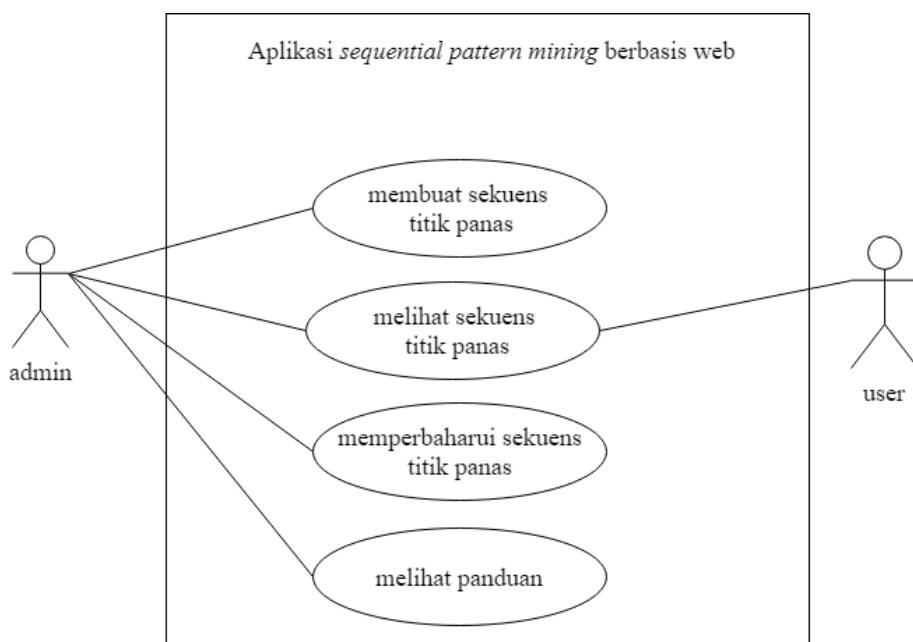
- Data yang digunakan pada penelitian Barus (2018) diambil dari FIRM NASA dan telah dilakukan praproses data. Praproses data yang dilakukan yaitu seleksi data dan pembuatan dataset titik panas. *Dataset* akhir yang sudah dipraproses terdiri dari 5 atribut yaitu *longitude*, *latitude*, *date_code*, *size*, *SID*. Penjelasan atribut dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Atribut data penelitian Barus (2018)

No	Atribut	keterangan
1	<i>longitude</i>	Koordinat bujur
2	<i>latitude</i>	Koordinat lintang
3	<i>date_code</i>	Kode tanggal
4	<i>size</i>	Jumlah titik panas yang terjadi pada lokasi dan tanggal yang sama
5	SID	Kode lokasi

- Pembagian data yang lama dan data yang baru berdasarkan lokasi bukan berdasarkan waktu.

Use case diagram pada Gambar 5 menjelaskan interaksi antara pengguna dengan aplikasi. Modul membuat sekuens, melihat sekuens, memperbarui sekuens dan melihat panduan dapat digunakan oleh admin sedangkan *user* hanya bisa mengakses modul melihat sekuens titik panas.



Gambar 5 *Use case diagram* aplikasi sequential *pattern mining* berbasis web

Fase *Collaboration*

Fase ini melakukan diskusi dengan calon pengguna yang bertujuan untuk memperbaiki aplikasi dari tujuan pada fase *speculation* dan hasilnya sebagai berikut:

- Perbaikan basis data dilakukan bertujuan untuk menyesuaikan dengan modul pembaruan sekuens yang akan diimplementasikan. Perbaikan yang dilakukan yaitu menghapus tabel visual1, visual2, visual3, dan visual4 yang berisikan atribut lokasi titik panas seperti *longitude*, *latitude*, provinsi, kabupaten, kecamatan, desa serta atribut kode sekuens seperti unixdate dan unixdatetime seperti pada Gambar 6. Penghapusan dilakukan karena terjadi redundansi data dengan kolom titikpanas. Perbaikan lainnya, yaitu menambahkan kolom tahun serta kode_data pada tabel titikpanas, titikpanasfilter, transform, tspade, dan

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

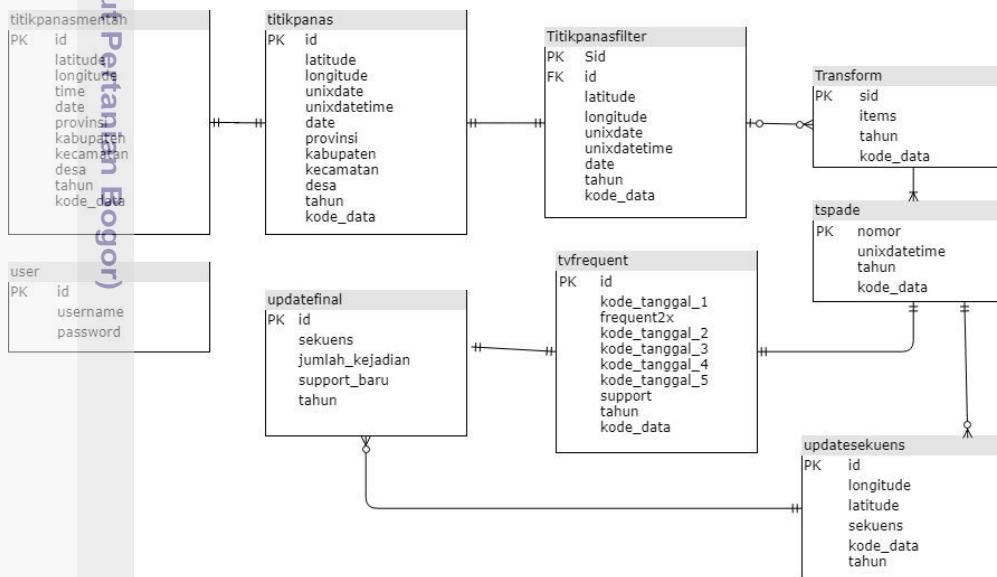
- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

tvfrequent. Perbaikan terakhir yaitu menambahkan tabel titikpanasmentah, support, updatesekuens, updatefinal, dan user.

visual1	PK Nomor Latitude Longitude kode_tanggal_1 date_1 unixdate unixdatetime provinsi kabupaten kecamatan desa	visual2	PK Nomor Latitude Longitude kode_tanggal_1 kode_tanggal_2 date_1 date_2 unixdate unixdatetime provinsi kabupaten kecamatan desa	visual3	PK Nomor Latitude Longitude kode_tanggal_1 kode_tanggal_2 kode_tanggal_3 date_1 date_2 date_3 unixdate unixdatetime provinsi kabupaten kecamatan desa	visual4	PK Nomor Latitude Longitude kode_tanggal_1 kode_tanggal_2 kode_tanggal_3 kode_tanggal_4 date_1 date_2 date_3 date_4 unixdate unixdatetime provinsi kabupaten kecamatan desa
---------	---	---------	---	---------	---	---------	---

Gambar 6 Tabel visual1, visual2, visual3, visual4

Tabel titikpanasmentah menyimpan fail yang diunggah ke *database* dengan atribut id sebagai *primary key*. Pada tabel titikpanas menyimpan data dari titikpanasmentah yang sudah dilakukan praproses yaitu pembuatan *unixdate* dan *unixdatetime*. Tabel *support* menyimpan nilai *minimum support* dan tahun sebagai *primary key*. Tabel *updatesekuens* menampung sekuens yang akan diperbaharui, *updatefinal* menampung sekuens yang sudah berhasil diperbaharui dan tabel *user* menampung akun dari admin. Relasi antar tabel yang sudah diperbaharui dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7 Relasi antar tabel yang sudah diperbaiki

- Pada halaman mengunggah fail dilakukan perbaikan yaitu menambahkan nilai tahun agar hasil sekuens yang disimpan dapat dilihat kembali berdasarkan tahun kejadian. Halaman unggah fail yang sudah diperbaiki dapat dilihat pada Gambar 8.

Tombol untuk upload data

Gambar 8 Halaman unggah fail

3. Pada aplikasi ini juga ditambahkan halaman praproses yang memiliki fungsi praproses data seperti yang ditunjukkan Gambar 9. Fungsi praproses yaitu mengonversikan data pada atribut *date* dan *time* menjadi atribut *unixdate* dan *unixdatetime*. Proses konversi untuk mendapatkan *Unixdate* dilakukan dengan cara menghitung selisih *date* dengan 1 Januari 1970. lalu mengalikannya dengan 86400 yang merupakan jumlah detik dalam satu hari dan untuk mendapatkan *Unixdatetime* dilakukan dengan cara menjumlah *unixdate* dengan *time* yang dikonversikan ke dalam satuan detik.

Upload data berhasil

Data titik panas yang akan diolah adalah: data2016.csv

Hapus berfungsi untuk
membatalkan proses
Pembuatan sekuens

Praproses berfungsi untuk membuat
Unixdate dan unixdatetime

Gambar 9 Halaman praproses data

4. Perbaikan dilakukan pada halaman SPADE dengan menambahkan fungsi ulangi SPADE seperti pada Gambar 10. Fungsi ini bertujuan mengulangi proses SPADE bila dirasa hasil dari pola sekuens yang didapat tidak sesuai dengan yang diinginkan pengguna.

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
© Hak Cipta Mihik IPB (Institut Pertanian Bogor)
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Hasil pembangkitan pola sekuens titik panas dengan algoritme SPADE tahun 2017

Ulangi SPADE berfungsi untuk mengulangi proses Spade

Pengelompokan berfungsi untuk mengelompokan Hasil spade berdasarkan jumlah kejadian

No	Sekuens
1	1452678462 -1 #SUP: 1
2	1452849959 -1 #SUP: 1
3	1453541624 -1 #SUP: 1
4	1454233347 -1 #SUP: 1
5	1455702400 -1 #SUP: 1
6	1456136921 -1 #SUP: 1
7	1456571474 -1 #SUP: 1

Gambar 10 Halaman SPADE

5. Pada halaman frekuensi kemunculan titik panas juga dilakukan perbaikan yaitu menambahkan fungsi selesai yang berfungsi mengakhiri proses pembuatan sekuens dan menyimpan sekuens hasil pada Gambar 11.

Mengelompokan sekuens berdasarkan jumlah kejadian

1 kejadian 2 kejadian 3 kejadian 4 kejadian Selesai

No	Kode Tanggal 1	Kode Tanggal 2	Kode Tanggal 3	Kode Tanggal 4	support
1	1451986814	0	0	0	#SUP: 1
2	1451986814	452072595	0	0	#SUP: 1
3	1452072595	0	0	0	#SUP: 1

Gambar 11 Halaman frekuensi kemunculan titik panas

6. Pada aplikasi ini ditambahkan fungsi lihat sekuens seperti Gambar 12. Fungsi lihat sekuens berfungsi untuk melihat sekuens yang ada pada database berdasarkan tahun dan jumlah kejadian.

Lihat Sekuens Titik Panas

Silahkan pilih tahun dan banyaknya kejadian

pilih tahun Kejadian: 2018

pilih jumlah kejadian: 1 kejadian

Proses

Proses berfungsi untuk Melihat sekuens sesuai masukan user

Gambar 12 Fungsi lihat sekuens

7. Aplikasi ini dibagi menjadi 2 buah akses yaitu sisi *user* dan sisi *admin*. Sisi *user* hanya bisa melihat sekuens hasil berdasarkan tahun dan jumlah kejadian. Sedangkan sisi *admin* dapat melakukan semua fungsi pada aplikasi ini dengan cara melakukan *login* terlebih dahulu.

Fase Learning

Fase ini melakukan pengujian terhadap semua fitur yang dihasilkan di iterasi 1 menggunakan metode *black box*. Skenario pengujian pada dan hasil pengujian ditunjukkan pada Tabel 3. Hasil pengujian menunjukkan semua fitur yang dikembangkan berhasil diuji sesuai skenario yang dibuat.

Tabel 3 Hasil pengujian aplikasi iterasi 1

Fitur Aplikasi	Skenario Uji	Hasil yang Diharapkan	Hasil Uji
Unggah data titik panas	Pengguna mengunggah fail csv yang berisi data titik panas	Data fail masuk ke dalam <i>database</i>	Berhasil
Praproses data titik panas	Pengguna menekan tombol “Praproses”	Unixdate dan unixdatetime berhasil dibuat	Berhasil
Menjalankan ulang algoritme SPADE	Pengguna menekan tombol “Ulangi SPADE”	Kembali ke halaman pembangkitan pola	Berhasil
Menyelesaikan pembuatan pola sekuens	Pengguna menekan tombol “selesai”	Pola sekuens yang sudah dibuat disimpan dalam <i>database</i>	Berhasil
Melihat pola sekuens	Pengguna memilih tahun dan jumlah kejadian	Pola sekuens yang dipilih dapat ditampilkan	Berhasil
<i>login</i>	Pengguna memasukkan <i>username</i> dan <i>password</i>	Masuk ke halaman membuat sekuens	Berhasil

Iterasi 2

Setelah aplikasi berhasil diperbaiki pada iterasi 1, tujuan dari iterasi 2 adalah melakukan pembuatan modul pembaruan pola sekuens titik panas melalui 3 fase dalam ASD yaitu fase *speculation*, fase *collaboration*, dan fase *learning*.

Fase *Speculation*

Fase *Speculation* melakukan diskusi dengan calon pengguna terkait tahapan pembaruan sekuens titik panas dan didapat hasil bahwa proses pembaruan pola sekuens titik panas yang akan dikembangkan berdasarkan waktu kejadian titik panas bukan berdasarkan lokasi kejadian.

Fase *Collaboration*

Hasil diskusi pada fase *speculation* diimplementasikan pada fase *collaboration* yang bertujuan untuk mengembangkan modul pembaruan pola sekuens titik panas. Pengembangan modul dimulai dengan membuat halaman unggah fail seperti yang ditunjukkan pada Gambar 13 dimana pengguna dapat memilih tahun fail yang dapat diperbarui serta memasukkan fail berformat csv yang akan diunggah.

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak mengilangi kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak mengilangi kepentingan yang wajar IPB.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

The screenshot shows a web-based application for updating heat titik panas records. At the top, there are tabs: Buat Sekuens, Update Sekuens, Lihat Sekuens, and Panduan. On the right, there is a 'keluar' button. Below the tabs, there is a form titled 'Update Sekuens Titik Panas'. It includes a dropdown menu 'Pilih tahun data' set to '2016', a file input field 'File titik panas baru' with 'Choose File' and 'No file chosen' options, and a blue button 'Upload data' which is circled in red. Below the form, the text 'Tombol untuk upload data' is written.

Gambar 13 Halaman unggah fail

Pada halaman praproses terdapat 2 fitur yaitu fitur hapus dan fitur praproses seperti Gambar 9. Fitur hapus berfungsi untuk menghapus data yang berhasil diunggah apabila data tersebut tidak jadi digunakan. Fitur praproses berfungsi untuk membuat unixdate dan unixdatetime sekaligus mengarahkan pengguna ke halaman proses. Pada halaman proses terdapat fitur proses yang berfungsi menyeleksi data yang diunggah. Kriteria penyeleksian data yaitu, kejadian titik panas yang muncul lebih dari 1 kali pada satu lokasi yang sama dengan rentang waktu maksimum antar kejadian titik panas adalah satu tahun. Hasil seleksi disimpan ke dalam tabel Titikpanasfilter sekaligus menampilkannya secara *tabular* pada halaman transformasi data seperti Gambar 14.

The screenshot shows a table titled 'Data dengan kemunculan titik panas lebih besar atau sama dengan 2 kali pada tahun 2016'. A green button labeled 'Transformasi' is circled in red. To its right, a text box explains: 'Transformasi berfungsi untuk merubah data titik panas menjadi format inputan SPADE'. The table has four columns: Latitude, longitude, Unixdate, and Unixdatetime. The data is as follows:

Sid	Latitude	longitude	Unixdate	Unixdatetime
1	1.78	117.92	1475366400	1475391405
			1475452800	1475477088

Gambar 14 Halaman transformasi data

Halaman transformasi data memiliki satu fitur yaitu Transformasi yang mengubah format data dalam tabel Titikpanasfilter dengan rentang waktu minimum antar kejadian titik panas adalah 25200 detik menjadi format masukan SPADE di SPMF dan menyimpan hasilnya ke dalam tabel *Transform* sekaligus menampilkannya secara *tabular* di halaman pembangkitan pola sekuens seperti yang ditunjukkan pada Gambar 15. Pada halaman pembangkitan pola sekuens terdapat fungsi Spade yang berfungsi menjalankan algoritme SPADE dengan *minimum support* yang digunakan sama dengan nilai *minimum support* ketika membuat sekuens pada tahun yang sama.

The screenshot shows a table titled 'pembangkitan pola sekuens dengan algoritme SPADE pada data titik panas tahun 2016'. A green button labeled 'Spade' is circled in red. To its left, a note says: 'Spade berfungsi untuk menjalankan algoritme SPADE'. To its right, another note says: 'Nilai minimum support yang digunakan adalah : 0.02'. Below the table, a note states: 'nilai minimum support Diperoleh dari minimum support Ketika proses pembuatan sekuens'.

Sid	Item
1	1475391405 -1 1475477088 -1 -2

Gambar 15 Halaman pembangkitan pola sekuens

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

 1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Hasil dari fungsi Spade berupa pola sekuens yang ditampilkan pada halaman *update* seperti Gambar 16. Pada halaman *update* terdapat 1 fitur yaitu *update* yang berfungsi memperbarui sekuens lama dengan sekuens baru yang telah dihasilkan. Hasil dari *update* sekuens titik panas disimpan dalam tabel *updatefinal* dan ditampilkan pada halaman seleksi sekuens seperti Gambar 17. Pada halaman tersebut terdapat *field minimum support* yang memungkinkan pengguna untuk memasukkan nilai *minimum support*. Kemudian fitur filter dan pengelompokan berfungsi untuk memfilter sekuens berdasarkan nilai *minimum support* yang dimasukkan pengguna dan sekuens akan dikelompokkan berdasarkan panjang kejadian.

Hasil pembangkitan pola sekuens titik panas dengan algoritme SPADE tahun 2016

Update

No	Sekuens
1	1475391405 -1 #SUP: 1
2	1475477088 -1 #SUP: 1
3	1475391405 -1 1475477088 -1 #SUP: 1

Update berfungsi untuk melakukan proses *update* sekuens

Gambar 16 Halaman *update*

Buat Sekuens
Update Sekuens
Lihat Sekuens
Panduan
keluar

Update sekuens berhasil!!

Nilai support relatif yang digunakan untuk menyeleksi sekuens hasil *update*

Hasil update pola sekuens tahun 2016

Filter sekuens berdasarkan nilai support relatif minimum

[filter dan pengelompokan](#)

Filter dan pengelompokan
berfungsi untuk melakukan filter dan mengelompokkan sekuens berdasarkan panjang sekuens

No	Sekuens	Support relatif
1	1456136921 -1 #SUP: 1	0.05882
2	1475477088 -1 #SUP: 1	0.05882
3	1466581891 -1 1467359241 -1 #SUP: 1	0.05882
4	1470989610 -1 1471075317 -1 #SUP: 1	0.05882
5	1463471794 -1 #SUP: 2	0.11765

Gambar 17 Halaman seleksi sekuensi

Pada halaman kelompok pola sekuens seperti Gambar 18 terdapat tabel yang menunjukkan hasil pola sekuens yang sudah diseleksi. Pada halaman ini juga terdapat fitur 1 kejadian, 2 kejadian, 3 kejadian, 4 kejadian yang berfungsi melihat kejadian berdasarkan panjang sekuensnya, serta fitur selesai *update* yang berfungsi mengakhiri proses *update* dan menyimpang data hasil *update* dalam *database*.

Bogor
[Buat Sekuens](#)
[Update Sekuens](#)
[Lihat Sekuens](#)
[Panduan](#)
[keluar](#)

Kelompok kejadian titik panas

[1 kejadian](#)
[2 kejadian](#)
[3 kejadian](#)
[4 kejadian](#)
[Selesai](#)

No	Kode Tanggal 1	Kode Tanggal 2	Kode Tanggal 3
1	1451986814	0	0
2	1451986814	452072595	0

Selesai berfungsi untuk mengakhiri proses *update*

Gambar 18 Halaman kelompok pola sekuens



Fase Learning

Fase *learning* melakukan 2 buah pengujian yaitu *black box testing* dan *usability testing*. Pengujian *black box* dilakukan oleh pengembang untuk menguji fitur-fitur yang sudah dibuat pada iterasi 2. Hasil pengujian *black box* dapat dilihat pada Tabel 4. Tabel 4 menunjukkan bahwa modul pembaruan pola sekuens titik panas sudah memenuhi tujuan iterasi 2 yaitu melakukan pembuatan modul pembaruan pola sekuens titik panas

Tabel 4 Hasil pengujian aplikasi iterasi 2

Fitur Aplikasi	Skenario Uji	Hasil yang Diharapkan	Hasil Uji
Unggah data titik panas	Pengguna mengunggah fail csv yang berisi data titik panas	Data fail masuk ke dalam <i>database</i>	Berhasil
Praproses data titik panas	Pengguna menekan tombol “Praproses”	Unixdate dan unixdatetime berhasil dibuat	Berhasil
Membuat Sekuens titik panas	Pengguna menekan tombol “membuat sekuens”	Menampilkan sekuens titik panas yang dibuat	Berhasil
Melakukan transformasi data sekuens	Pengguna menekan tombol “Transformasi”	Menampilkan sekuens dalam format masukkan SPMF	Berhasil
Membuat pola sekuens	Pengguna menekan tombol “SPADE”	Menampilkan pola sekuens dalam format SPMF	Berhasil
Memperbarui pola sekuens	Pengguna menekan tombol “Update”	Menampilkan pola sekuens yang sudah diperbarui	Berhasil
Filter dan pengelompokan	Pengguna memasukkan nilai minimum support dengan rentang 0-1 dan menekan tombol “Filter dan pengelompokan”	Menampilkan pola sekuens yang berhasil difilter dan dikelompokkan	Berhasil
Selesai Update	Pengguna menekan tombol “selesai”	Pola sekuens yang sudah diperbarui disimpan dalam <i>database</i>	Berhasil

Usability testing dilakukan dengan mengadopsi tahapan pengujian yang dilakukan Trianadewi (2017) dengan beberapa penyesuaian. *Usability testing* dimulai dengan mempersiapkan aplikasi dengan cara menguji semua fungsi yang telah dikembangkan pada iterasi 1 dan 2. Pengujian setiap fungsi dilakukan dengan cara *black box testing* seperti yang sudah dilakukan pada fase *learning* pada iterasi 1 dan 2.

Tahapan selanjutnya adalah perancangan alat ukur *usability*. Hasil dari perancangan alat ukur untuk pengujian *usability* sistem berupa kuesioner penelitian

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

yang terdiri dari tiga bagian, yaitu pendahuluan yang berupa prakata, data diri, dan literasi komputer (Lampiran 1), daftar *task* dan skenario sistem yang harus dilakukan pengguna (Lampiran 2), dan kuesioner PSSUQ (Lampiran 3). *Task* dan skenario ditentukan berdasarkan fungsi-fungsi yang ada dalam aplikasi pembangkitan dan visualisasi pola sekuens titik panas. Pada pengujian ini, terdapat total 32 *task* yang dibagi dalam 5 modul yang perlu dilakukan responden.

Tahap penentuan responden memilih 9 orang responden yang terdiri dari 7 mahasiswa Departemen Ilmu Komputer, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor (IPB), dan 2 mahasiswa Departemen Silvikultur, Fakultas Kehutanan, IPB. Penilaian *usability* aplikasi pembangkitan dan visualisasi pola sekuens titik panas oleh responden dilakukan pada tanggal 13 Mei 2018 hingga tanggal 18 Mei 2018. Evaluasi aplikasi dilakukan menggunakan komputer personal (laptop) yang disediakan fasilitator dan sudah terinstalasi aplikasi pembangkitan dan visualisasi pola sekuens titik panas. Evaluasi dilakukan dengan pendekatan *one-on-one usability testing* dengan prosedur yang sama untuk setiap responden. Evaluasi diawali dengan fasilitator menyampaikan maksud dan tujuan evaluasi, aturan pelaksanaan evaluasi, menjelaskan sistem dan fungsi-fungsinya, serta menjelaskan kuesioner yang digunakan. Responden kemudian diberikan *task* dan skenario untuk dilakukan pada sistem tersebut. Responden bebas berkomentar mengenai pendapatnya terhadap sistem. Setelah semua *task* dilakukan, responden diminta untuk memberi penilaian kepuasan terhadap sistem dengan mengisi kuesioner PSSUQ.

Pengolahan data hasil *usability testing* menggunakan parameter tingkat kesksesan penyelesaian *task*, dan hasil kuesioner PSSUQ. Parameter tersebut sesuai dengan ukuran *usability* menurut ISO 9241-11 yaitu efisiensi, dan kepuasan. Komponen efektivitas yang diwakili oleh tingkat keberhasilan *task* didapat 96.88% nilai tersebut didapat dari persamaan (2). Rekapitulasi *task* yang berhasil dan gagal dilakukan oleh responden dapat dilihat pada Lampiran 4. Tingkat kepuasan pengguna berdasarkan indikator penilaian kuesioner PSSUQ yang dihitung dengan skala *likert* 1-7. Semakin besar skor, maka semakin tinggi tingkat kepuasan responden terhadap sistem. Perhitungan skor berdasarkan fungsi rata-rata dari skor pertanyaan yang sesuai dan didapat hasil 78% (Lampiran 5). Hasil kuesioner PSSUQ mendapat nilai rata-rata terendah untuk setiap pertanyaan yaitu 3.6 pada pertanyaan ke-9. Hal ini menunjukkan bahwa kurangnya pesan *error* pada sistem yang dapat membantu pengguna.

Tahap terakhir dari *usability testing* yaitu menganalisis masalah dan rekomendasi perbaikan. Permasalahan didapat dari hasil komentar responden yang dapat dilihat pada Lampiran 6. Permasalahan serta rekomendasi perbaikan dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5 Masalah dan rekomendasi aplikasi pembangkitan dan visualisasi pola sekuens titik panas

Permasalahan	Rekomendasi perbaikan
Menu Buat Sekuens <ul style="list-style-type: none"> • Tabel tidak menarik dan tidak ada <i>pagination</i> • Tidak ada keterangan pada unggah file harus csv 	<ul style="list-style-type: none"> • Membuat <i>data table</i> untuk setiap tabel yang ada • Memberi keterangan pada saat unggah file



- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Tabel 5 Masalah dan rekomendasi aplikasi pembangkitan dan visualisasi pola sekuens titik panas (*lanjutan*)

	Permasalahan	Rekomendasi perbaikan
Menu <i>Update</i> sekuens	<ul style="list-style-type: none"> Kurangnya notifikasi ketika <i>error</i> 	<ul style="list-style-type: none"> Menambahkan pesan <i>error</i> yang informatif
	<ul style="list-style-type: none"> Tidak memiliki <i>progress bar</i> ketika proses pada sistem 	<ul style="list-style-type: none"> Menambahkan <i>progress bar</i> pada setiap proses
Menu Lihat Kejadian	<ul style="list-style-type: none"> Tidak ada pesan dari sistem bila data tidak ada Posisi menu terlalu lebar dan tidak menarik 	<ul style="list-style-type: none"> Menambahkan pesan bila data yang ditampilkan tidak ada Memperbaiki posisi menu agar lebih menarik

Pengembangan aplikasi selanjutnya dapat melakukan perbaikan terhadap masalah *usability* yang telah ditemukan pada Tabel 5 dengan cara melakukan perbaikan berdasarkan rekomendasi yang diberikan. Rekomendasi perbaikan berdasarkan komentar yang diberikan oleh responden ketika *usability testing*.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Penelitian ini telah berhasil mengimplementasikan modul pembaruan pola sekuens titik panas pada aplikasi *sequential pattern mining* berbasis web yang telah dibangun oleh peneliti sebelumnya. Modul pembaruan pola sekuens titik panas dapat meningkatkan efisiensi proses pembuatan pola sekuens tanpa harus melakukan proses pembuatan dari awal, sehingga tidak memerlukan waktu yang lama pada proses pembuatan pola sekuens. Berdasarkan Hasil pengujian *black box* fitur-fitur dalam perbaikan aplikasi pembangkitan dan visualisasi pola sekuens titik panas pada iterasi 1 menunjukkan bahwa modul praproses, menyimpan sekuens hasil, dan melihat sekuens berdasarkan tahun dan jumlah kejadian berfungsi dengan baik. Pada iterasi 2 hasil pengujian fitur-fitur menunjukkan penambahan modul pembaruan sekuens titik panas berhasil diimplementasikan. Hasil pengujian *usability* mendapatkan nilai efektifitas sebesar 96.88%, dan kepuasan 78%.

Saran

Aplikasi ini dapat dikembangkan dari aspek periode dengan memperkecil rentang waktu maksimum antar kejadian titik panas seperti dalam beberapa hari, dalam beberapa minggu, atau dalam beberapa bulan karena dalam penelitian ini rentang waktu maksimum yang digunakan adalah satu tahun. Teknologi yang digunakan pada aplikasi ini juga dapat diganti dengan teknologi web yang lebih

baru agar lebih mudah dikembangkan. Penelitian selanjutnya dapat memperbaiki sistem berdasarkan rekomendasi hasil *usability testing* yang telah dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abriantini G, Sitanggang IS, Trisminingsih R. 2017. Hotspot sequential pattern visualization in peatland of Sumatera and Kalimantan using shiny framework. Di dalam: *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, Volume 54, conference 1 [Internet]. [3rd November 2016, IPB International Convention Center]. Bogor (ID). hlm 1-8; [diunduh 2017 November 20]. Tersedia pada: <http://iopscience.iop.org/article/10.1008/1755-315/54/1/012057/pdf>.
- Ags F, Subiksa IGM. 2008. *Lahan Gambut: Potensi untuk Pertanian dan Aspek Lingkungan*. Bogor (ID): Balai Penelitian Tanah.
- Alnoukari M, Alzoabi Z, Hanna S. 2008. Applying adaptive software development (ASD) agile modeling on predictive data mining applications: ASD-DM methodology. Di dalam: *IEEE Proceedings of International Symposium on Information Technology*; 2016 Jan; Kuala Lumpur, Malaysia. Kuala Lumpur (MY): IEEE.
- Banus JM. 2018. Modul *Incremental Sequential Pattern Mining* untuk Data Titik Panas Pulau Sumatra[skripsi]. Bogor(ID): Institut Pertanian Bogor.
- Endrawati. 2016. *Analisis Data Titik Panas (Hotspot) dan Areal Kebakaran Hutan dan Lahan Tahun 2016*. Jakarta (ID): Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan.
- Han J, Kamber M, Pei J. 2011. *Data Mining: Concepts and Techniques*, 3rd Edition. San Francisco (US): Morgan Kaufmann Publisher.
- Highsmith JA. 2000. *Adaptive software development: a collaborative approach to managing complex systems*. Newyork (US): Dorset House Publishing Co.
- [KEMENHUT RI] Kementrian Kehutanan Republik Indonesia. 2009. *Peraturan menteri kehutanan nomor : p.12/menhut-ii/2009 tentang pengendalian kebakaran hutan*. Jakarta (ID): Kemenhut RI.
- [LAPAN] Lembaga Penerangan dan Antarksa Nasional. 2016. *Informasi Titik Panas (Hotspot) Kebakaran Hutan/Lahan*. Bandung (ID): Pusat Pemanfaatan Penginderaan Jauh.
- Latifah RN dan Pamungkas A. 2013. Identifikasi faktor-faktor kerentanan terhadap bencana kebakaran hutan dan lahan di Kecamatan Liang Anggang Kota Banjarbaru. Di dalam: Jurnal Teknik Pomits Vol. 2, No. 2, (2013) ISSN: 2337-3539 Surabaya (ID): Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Lewis JR. 1995. IBM computer usability satisfaction questionnaires: psychometric evaluation and instructions for use. *International Journal of Human-Computer Interaction*. 7(1):57-78. doi:10.1080/10447319509526110.
- Nielsen J. 2012. *Usability 101: Introduction to Usability* [Internet] [diunduh 2018 Jan 18]. Tersedia pada <https://www.nngroup.com/articles/usability-101-introduction-to-usability>.
- Pressman RS. 2010. *Software Engineering a Practitioners Approach* Edisi ke-7. New York (US): McGraw-Hill.



- Safitri MA. 2016. Peatland restoration in Indonesia [Internet]. [diunduh 2017 Nov 20]. Tersedia pada: http://www.env.go.jp/earth/cop/cop22/common/pdf/event/11/02_presentation1.pdf.
- Sihombing BSK. 2018. Aplikasi berbasis web untuk metode sequential pattern mining pada data titik panas di lahan gambut di sumatera dan kalimantan [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Trianadewi A. 2017. Evaluasi *usability* sistem OLAP persebaran titik panas dengan pendekatan *one-on-one usability testing* [Skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Wulandari A. 2017. Aplikasi pengelompokan sekuens titik panas di pulau sumatera dan kalimantan dengan menggunakan algoritme ST-DBSCAN [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Zhao Q, Bhowmick SS. 2003. Sequential pattern mining: a survey. Technical Report, CAIS, Nanyang Technological University, Singapore, No. 2003118.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



Lampiran 1 Kuesioner pengujian *usability*

KUESIONER PENELITIAN EVALUASI USABILITY SISTEM PEMBANGKITAN DAN VISUALISASI POLA SEKUENS TITIK PANAS

Saya David Tahi Ulubalang (G64140060), mahasiswa Departemen Ilmu Komputer, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor, sedang melakukan penelitian tugas akhir. Kuesioner ini dilakukan dengan maksud untuk mengumpulkan data penelitian dalam rangka evaluasi tingkat *usability* pada implementasi sistem pembangkitan dan visualisasi pola sekvens titik panas di bawah bimbingan Dr. Imas Sukaesih Sitanggang, SSi MKom.

Tidak ada jawaban yang benar atau salah dalam pengisian kuesioner ini. Anda diharapkan untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan yang diberikan seakurat mungkin berdasarkan pengalaman Anda. Informasi dari kuesioner ini akan dirahasiakan dan hanya digunakan untuk keperluan penelitian.

INFORMASI RESPONDEN

Nama : _____
Umur : _____ tahun
Jenis Kelamin* : Laki-laki / Perempuan
Pekerjaan : _____
Program Studi/Unit Kerja : _____

LITERASI KOMPUTER

1. Berapa lama Anda menggunakan komputer dalam sehari? _____ jam
2. Sejauh mana secara pribadi Anda menggunakan komputer untuk mengerjakan kegiatan berikut?

Catatan : Berilah tanda (✓) pada salah satu kotak di bawah ini.

Kegiatan	Tidak pernah	Pernah	Kadang Kadang	Sering	Selalu
Mendokumentasikan informasi					
Mengakses informasi secara <i>online</i>					
Berkomunikasi dengan teman					
Menulis laporan penelitian					
Membuat program komputer					
Melakukan pengolahan data					

3. Jenis komputer apa yang Anda gunakan secara rutin?**

Komputer laboratorium Laptop / notebook / netbook
 Komputer rumah Lainnya, yaitu _____

4. Pelatihan IT apa yang pernah Anda ikuti? **

Pelatihan bidang pemrograman Pelatihan bidang *data mining*
 Pelatihan bidang jaringan komputer Pelatihan bidang basis data / *data warehouse*
 Pelatihan bidang analisis data Tidak pernah

5. Saat ini, sejauh mana Anda menilai diri Anda dalam penguasaan (handal) komputer, khususnya dalam analisis data?*

Sangat handal / Handal / Biasa / Tidak handal / Sangat tidak handal

(*hanya dapat memilih salah satu, **dapat memilih lebih dari 1 jawaban)



Lampiran 2 Skenario task evaluasi *usability*

PENGUJIAN SISTEM

Petunjuk pengisian:

Lakukan beberapa *task* berikut pada sistem. Tuliskan dengan jelas komentar anda terkait pelaksanaan *task* yang diberikan.

Keterangan: Berikan tanda (✓) jika berhasil atau tanda (X) jika gagal melakukan skenario pengujian pada kolom hasil pengujian.

Menu Login

No	Skenario Pengujian	Hasil Pengujian	Komentar
T1	Melakukan <i>login</i>		

Menu Buat Sekuens

No	Skenario Pengujian	Hasil Pengujian	Komentar
T2	Mengunggah data titik panas berformat csv dan memilih tahun data		
T3	Menghapus data yang berhasil diunggah jika data yang diunggah bukan yang diinginkan		
T4	Melakukan praproses pada data yang berhasil diunggah		
T5	Membuat sekuens (pola urutan) titik panas		
T6	Melakukan transformasi data menjadi format <i>input</i> algoritme SPADE		
T7	Memasukkan nilai minimum <i>support</i> dan menjalankan algoritme SPADE untuk membangkitkan pola urutan titik panas		
T8	Melakukan pengulangan proses SPADE jika hasil dari pembangkitan sebelumnya dinilai tidak dihasilkan pola urutan yang diinginkan		
T9	Melakukan pengelompokan berdasarkan jumlah kejadian pada hasil pembangkitan SPADE		

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Lampiran 2 Skenario task evaluasi *usability* (lanjutan)

No	Skenario Pengujian	Hasil Pengujian	Komentar
T10	Menampilkan pola urutan titik panas 1 kejadian dalam format tabel		
T11	Visualisasi pola urutan titik panas 1 kejadian pada peta		
T12	Menampilkan pola urutan titik panas 2 kejadian dalam format tabel		
T13	Visualisasi pola urutan titik panas 2 kejadian pada peta		
T14	Menampilkan pola urutan titik panas 3 kejadian dalam format tabel		
T15	Visualisasi pola urutan titik panas 3 kejadian pada peta		
T16	Menampilkan pola urutan titik panas dengan 4 kejadian dalam format tabel		
T17	Visualisasi pola urutan titik panas 4 kejadian pada peta		
T18	Menyelesaikan proses pembuatan pola sekuens titik panas		

Menu *Update Sekuens*

No	Skenario Pengujian	Hasil Pengujian	Komentar
T19	Mengunggah data titik panas baru berformat csv dan memilih tahun data		
T20	Menghapus data yang berhasil diunggah jika data yang diunggah bukan yang diinginkan		
T21	Melakukan praproses pada data yang berhasil diunggah		

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak mengilangi kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



Lampiran 2 Skenario task evaluasi *usability* (lanjutan)

T22	Membuat sekuens (pola urutan titik panas)		
T23	Melakukan transformasi data menjadi format <i>input</i> algoritme SPADE		
T24	Menjalankan algoritme SPADE untuk membangkitkan pola urutan titik panas		
T25	Melakukan proses <i>update</i> sekuens titik panas		
T26	Memasukkan nilai <i>minimum support</i> relatif untuk menyaring sekuens titik panas		
T27	Melakukan pengelompokan berdasarkan jumlah pola urutan kejadian pada hasil pembangkitan SPADE		
T28	Menyelesaikan tahapan <i>update</i> sekuens (data sekuens disimpan basis data)		

Menu Linat kejadian

No	Skenario Pengujian	Hasil Pengujian	Komentar
T29	Memilih tahun dan jumlah pola urutan titik panas		
T30	Visualisasi pola urutan titik panas		

Menu Panduan, keluar

No	Skenario Pengujian	Hasil Pengujian	Komentar
T31	Melihat panduan		
T32	Melakukan <i>logout</i> (keluar)		

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**
- Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
 - Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



Lampiran 3 Kuesioner PSSUQ

POST-STUDY SYSTEM USABILITY QUESTIONNAIRE (PSSUQ)

Petunjuk pengisian:

Berdasarkan pengalaman Anda dalam menggunakan sistem ini, berilah tanda centang (✓) pada salah satu

jawaban yang paling sesuai dengan tingkat persetujuan Anda terhadap isi setiap pernyataan berikut.
Keterangan:

- | | | |
|-------------------------|------------------|-------------------|
| 1 = Sangat tidak setuju | 4 = Agak setuju | 7 = Sangat setuju |
| 2 = Tidak setuju | 5 = Cukup setuju | |
| 3 = Agak tidak setuju | 6 = Setuju | |

No	Hak Cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)	Pernyataan	Tingkat Persetujuan						
			1	2	3	4	5	6	7
1		Secara keseluruhan, saya puas dengan kemudahan penggunaan sistem ini							
2		Sistem ini mudah digunakan							
3		Saya dapat menyelesaikan <i>task</i> dan skenario pada sistem ini secara efektif							
4		Saya dapat menyelesaikan <i>task</i> dan skenario pada sistem ini dengan cepat							
5		Saya dapat menyelesaikan <i>task</i> dan skenario pada sistem ini secara efisien							
6		Saya merasa nyaman menggunakan sistem ini							
7		Saya mudah mempelajari sistem ini							
8		Saya percaya akan lebih produktif apabila menggunakan sistem ini							
9		Sistem ini memberikan pesan <i>error</i> yang jelas mengenai cara untuk memperbaiki masalah							
10		Setiap kali saya membuat kesalahan terhadap sistem, saya dapat pulih dengan mudah dan cepat							
11		Sistem menyediakan informasi (seperti petunjuk, bantuan pada layar, dan dokumentasi lainnya) dengan jelas							
12		Informasi yang dibutuhkan mudah ditemukan							
13		Informasi yang diberikan sistem mudah dimengerti							
14		Informasi yang diberikan sistem efektif dalam menyelesaikan <i>task</i> dan skenario							
15		Pengelompokan informasi pada sistem ditampilkan secara jelas							
16		Antarmuka pada sistem ini nyaman							
17		Saya senang menggunakan antarmuka pada sistem ini							
18		Sistem memiliki kemampuan dan fungsi sesuai harapan							
19		Secara keseluruhan, saya puas dengan sistem ini							

-Terima kasih atas partisipasi Anda –

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak mengilangi kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



Lampiran 4 Rekapitulasi task yang berhasil dan gagal

Task	Responden									Jumlah Task Berhasil
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	
T1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
T2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
T3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
T4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
T5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
T6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
T7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
T8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
T9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
T10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
T11	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
T12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
T13	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
T14	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
T15	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
T16	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
T17	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
T18	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
T19	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
T20	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
T21	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
T22	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
T23	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
T24	1	0	1	1	0	0	1	1	1	7
T25	1	0	1	1	0	0	1	1	1	7
T26	1	0	1	1	1	1	1	1	1	8
T27	1	0	1	1	0	0	1	1	1	7
T28	1	0	1	1	1	1	1	1	1	8
T29	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
T30	1	1	1	1	0	0	1	1	1	8
T31	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
T32	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
Jumlah Task Berhasil	32	27	32	32	28	32	32	32	279	

Keterangan:

T_i : Task ke- i

R_i : Responden ke- i

1 : Task berhasil dikerjakan responden

0: Task gagal dikerjakan responden

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak mengilangi kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Lampiran 5 Rekapitulasi hasil kuesioner PSSUQ

Pertanyaan PSSUQ ke-	Responden									Rata rata
	R1	R2	R3	R4	R5	R8	R7	R8	R9	
1	5	6	4	5	7	7	7	6	7	6
2	6	6	4	4	7	6	7	6	6	5.8
3	7	5	5	4	7	6	7	7	6	6
4	7	5	4	6	7	6	7	7	6	6.1
5	7	6	4	5	6	6	7	7	5	5.9
6	6	6	3	4	6	6	7	5	6	5.4
7	4	5	5	4	5	7	7	5	5	5.2
8	6	6	4	5	7	6	7	5	7	5.9
9	1	4	2	3	4	6	6	3	3	3.6
10	4	6	3	4	5	6	7	3	5	4.8
11	4	5	3	3	5	6	7	4	6	4.8
12	5	6	4	5	7	6	7	5	7	5.8
13	5	5	3	4	7	6	7	5	6	5.3
14	7	6	4	3	7	6	7	6	7	5.9
15	7	6	4	4	7	6	7	6	7	6
16	6	6	3	3	5	6	7	6	6	5.3
17	6	6	3	4	6	6	7	6	6	5.6
18	6	6	3	4	7	6	7	6	7	5.8
19	6	7	3	4	7	6	7	6	6	5.8
Overall	5.53	5.68	5.58	4.11	6.26	6.11	6.95	5.47	6.00	5.8

© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)



Lampiran 6 Komentar responden

Responden	Komentar
R1	<ul style="list-style-type: none">• kasih keterangan upload CSV (T2)• alert hapus berhasil harusnya ada (T3)• kasih penjelasan unixdate dan unixdatetime (T5)• kasih penjelasan dari inputan spade (T7)• kasih tombol back pada halaman lihat kejadian (T12)• tombol selesai harusnya tidak usah ada (T18)• kalau data tidak ada kasih tau (T14)
R2	<ul style="list-style-type: none">• posisi menu ditengah (T29)• Tampilan bagus, fresh (T1)• Proses lumayan lama, harusnya ada progress bar (T2)• progres bar harus ada (T4)• data tidak ada beri keterangan (T12)
R3	<ul style="list-style-type: none">• tidak usah kasih titik-titik (T1)• date picker tidak otomatis tertutup dan progress bar tidak ada (T2)• Jika berhasil tampilkan <i>pop up</i> berhasil (T3)• coba pake <i>data tabel</i> (T5)• jika data tidak ada tampilkan pesan (T8)
R4	<ul style="list-style-type: none">• progress bar harus ada (T4)• kata proses ganti dengan seleksi data (T5)• sort by apa? Kasih tau (T5)• tambahkan bread crum (T10)• <i>Header tabel</i> di bold (T12)• <i>progress bar</i> pada saat <i>upload</i> (T19)
R5	<ul style="list-style-type: none">• sebaiknya data ditampilkan agar user tahu data sudah berhasil di upload (T2)• Tampilkan data hasil praproses (T4)
R6	<ul style="list-style-type: none">• Sebaiknya ada fitur <i>search</i> agar mempermudah pencarian lokasi (T11)
R7	<ul style="list-style-type: none">• Kasih tahu tabelnya di urutkan berdasarkan apa (T11)
R9	<ul style="list-style-type: none">• Tampilkan pesan apabila nilai <i>support</i> minimum terlalu tinggi (T7)• Tombol lihat kejadian dibuat dinamis (T10)



RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Kota Bogor Provinsi Jawa Barat pada tanggal 21 Agustus 1995. Penulis merupakan anak kedua dari tiga bersaudara, dengan ayah bernama Victor Limpong dan ibu bernama Pepenria Sinaga. Penulis menempuh pendidikan Sekolah Menengah Atas di SMA Negeri 5 Kota Bogor pada tahun 2011 hingga 2014. Kemudian penulis melanjutkan pendidikan perguruan tinggi di Departemen Ilmu Komputer, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA), Institut Pertanian Bogor (IPB) melalui jalur SNMPTN pada tahun 2014.

Selama masa perkuliahan penulis aktif di Himpunan Mahasiswa Ilmu Komputer (Himalkom) dengan menjabat sebagai staff dari departemen *Human Resource* masa jabatan 2015/2016, Wakil Ketua masa jabatan 2016/2017, dan menjadi ketua pelaksana penyambutan mahasiswa baru Ilmu Komputer 2015. Penulis juga aktif di beberapa kegiatan skala nasional antara lain anggota staff logistik dan transportasi *Computer Problem Solving Competition* 2015, staff divisi konsumsi *Computer Problem Solving Competition* 2016, staff konsumsi IT Today 2016.

Selain aktif dalam kegiatan organisasi kemahasiswaan, penulis juga pernah menjadi asisten praktikum mata kuliah *Data Mining* dan analisis algoritme pada tahun ajaran 2017/2018. Penulis melaksanakan praktik kerja lapang di Pusat Studi Biofarmaka Tropika (Tropbrc) IPB Bogor dengan judul *Clustering Protein Menggunakan Fuzzy C-Means* dan Hubungannya dengan *Cluster Senyawa*. Penulis juga pernah menjadi finalis Gemastik 10 pada cabang lomba *data mining*. Penulis juga ikut serta dalam Seminar Ilmiah Ilmu Komputer sebagai presentator dalam sesi presentasi oral pada tanggal 12 Mei 2018.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.